

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-201131

(43)Date of publication of application : 18.07.2000

(51)Int.Cl.

H04J 11/00
H04L 7/00

(21)Application number : 11-215459

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 29.07.1999

(72)Inventor : SUDO HIROAKI
ISHIKAWA KIMIHIKO

(30)Priority

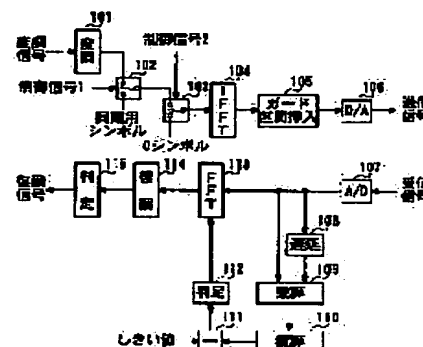
Priority number : 10308913 Priority date : 29.10.1998 Priority country : JP

(54) OFDM COMMUNICATION APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to accurately detect FFT processing timing even under the condition where several tens of delay waves are received and thereby to avoid out-of-step.

SOLUTION: A synchronizing symbol insertion part 102 inserts a synchronizing symbol into a signal digitally modulated by a modulation part 101. A 0-symbol insertion part 103 inserts a 0-symbol into the signal into which the synchronizing symbol has been inserted. The signal into which the synchronizing symbol and the 0-symbol have been inserted is sent to an IFFT part 104 to execute IFFT operation. Then a guard interval insertion part 105 inserts a guard interval into the IFFT converted signal waveform. Then the guard interval inserted signal is D/A converted by a D/A conversion part 106. Then normal radio transmission processing is applied to the D/A converted signal and the processed signal is transmitted.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-201131

(P2000-201131A)

(43) 公開日 平成12年7月18日 (2000.7.18)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
H 0 4 J 11/00		H 0 4 J 11/00	Z
H 0 4 L 7/00		H 0 4 L 7/00	F

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 20 頁)

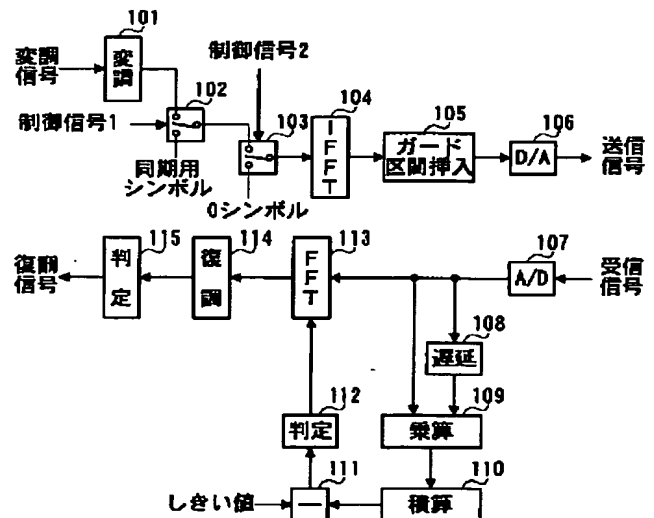
(21) 出願番号	特願平11-215459	(71) 出願人	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22) 出願日	平成11年7月29日 (1999.7.29)	(72) 発明者	須藤 浩章 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 松下通信工業株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平10-308913	(72) 発明者	石川 公彦 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 松下通信工業株式会社内
(32) 優先日	平成10年10月29日 (1998.10.29)	(74) 代理人	100105050 弁理士 鷲田 公一
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

(54) 【発明の名称】 OFDM通信装置

(57) 【要約】

【課題】 数十もの遅延波が受信されてくる状況下においても、正確にFFT処理開始タイミングを検出することができ、同期ずれを防止することができること。

【解決手段】 変調部101でデジタル変調された信号には、同期用シンボル挿入部102で同期用シンボルが挿入される。同期用シンボルが挿入された信号には、0シンボル挿入部103で0シンボルが挿入される。このように同期用シンボル及び0シンボルが挿入された信号は、IFFT部104に送られ、IFFT演算される。次いで、IFFT変換された信号波形には、ガード区間挿入部105でガードインターバルが挿入される。次いで、このようにガードインターバルを挿入した信号は、D/A変換部106でD/A変換される。その後、D/A変換された信号は、通常の無線送信処理に供された後に送信される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 同期引き込みに用いられるシンボルを有効シンボルに付加する付加手段、及び前記シンボルの直後に相関値抑制用信号を挿入する挿入手段を有する送信機と、受信信号を用いて相関値を算出する相関値算出手段、及び前記算出結果についてしきい値判定を行うことによりシンボル同期をとるシンボル同期手段を有する受信機と、を具備することを特徴とするOFDM通信装置。

【請求項2】 前記付加手段は、同期引き込みに用いられるシンボルとして、同期用シンボル及び前記同期用シンボルと同じ信号である位相基準シンボルを用い、前記相関値算出手段は、前記受信信号を単位シンボル遅延させる手段を具備し、前記受信信号と単位シンボル遅延させた受信信号との相関をとることを特徴とする請求項1に記載のOFDM通信装置。

【請求項3】 前記付加手段は、同期引き込みに用いられるシンボルとして、同期用シンボル及び前記同期用シンボルと同じ信号である位相基準シンボルを用い、前記相関値算出手段は、前記位相基準シンボルをIFFT処理する手段を具備し、前記受信信号とIFFT処理された位相基準シンボルとの相関をとることを特徴とする請求項1に記載のOFDM通信装置。

【請求項4】 前記相関値算出手段は、前記IFFT処理された位相基準シンボルを硬判定する手段を具備し、前記受信信号とIFFT処理及び硬判定された位相基準シンボルとの相関をとることを特徴とする請求項3に記載のOFDM通信装置。

【請求項5】 前記送信機は、同期引き込みに用いられるシンボルとして、同期用シンボルを用い、前記相関値算出手段は、前記同期用シンボルをIFFT処理する手段を具備し、前記受信信号とIFFT処理された同期用シンボルとの相関をとることを特徴とする請求項1に記載のOFDM通信装置。

【請求項6】 前記送信機は、同期引き込みに用いられるシンボルとして、 $1/n$ 周期で同じ波形が繰り返される同期用シンボルを用い、前記相関値算出手段は、前記受信信号を $1/n$ 単位シンボル遅延させる手段を具備し、前記受信信号と $1/n$ 単位シンボル遅延させた受信信号との相関をとることを特徴とする請求項1に記載のOFDM通信装置。

【請求項7】 前記相関値抑制用信号の区間は、前記位相基準シンボル周期よりも短いことを特徴とする請求項2から請求項4のいずれかに記載のOFDM通信装置。

【請求項8】 前記相関値抑制用信号の区間は、前記同期用シンボル周期よりも短いことを特徴とする請求項5又は請求項6に記載のOFDM通信装置。

【請求項9】 前記受信機は、受信信号のレベルを検出する手段を具備し、前記シンボル同期手段は、前記レベルの情報と前記しきい値判定の結果に基づいてシンボル

同期をとることを特徴とする請求項1から請求項8のいずれかに記載のOFDM通信装置。

【請求項10】 前記送信機は、通信環境に応じて適応的に前記相関値抑制用信号の区間を変える手段を具備することを特徴とする請求項1から請求項9のいずれかに記載のOFDM通信装置。

【請求項11】 前記送信機は、通信環境に応じて前記相関値抑制用信号のレベルを上げる手段を具備することを特徴とする請求項1から請求項10のいずれかに記載のOFDM通信装置。

【請求項12】 前記送信機は、前記相関値抑制用信号のレベルを変える手段を具備することを特徴とする請求項11に記載のOFDM通信装置。

【請求項13】 前記送信機は、受信信号の品質情報を平均する手段を具備し、求められた平均値に基づいて前記相関値抑制用信号のレベルを上げることを特徴とする請求項11に記載のOFDM通信装置。

【請求項14】 前記相関値抑制用信号は、ヌルシンボル、ヌル信号、前記同期引き込みに用いられるシンボルの極性反転した反転シンボル、及び前記同期引き込みに用いられるシンボルの極性反転した反転信号からなる群より選ばれたものであることを特徴とする請求項1から請求項13のいずれかに記載のOFDM通信装置。

【請求項15】 請求項1から請求項14のいずれかに記載のOFDM通信装置を備えたことを特徴とする基地局装置。

【請求項16】 請求項1から請求項14のいずれかに記載のOFDM通信装置を備えたことを特徴とする通信端末装置。

【請求項17】 同期引き込みに用いられるシンボルを有効シンボルに付加する工程、及び前記シンボルの直後に相関値抑制用信号を挿入する工程を有する送信工程と、受信信号を用いて相関値を算出する工程、及び前記算出結果についてしきい値判定を行うことによりシンボル同期をとる工程を有する受信工程と、を具備することを特徴とするOFDM通信方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、無線通信システムにおいて使用されるOFDM通信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】図21を用いて従来のOFDM通信装置について説明する。図21は、従来のOFDM通信装置の構成を示すブロック図である。

【0003】図21に示すOFDM通信装置においては、まず、各サブキャリア毎の情報信号は、変調部1で、例えば、QPSK(Quadrature Phase Shift Keying)やQAM(Quadrature Amplitude Modulation)などでデジタル変調処理された後、同期用シンボル挿入部2で同期用シンボルが挿入される。

【0004】同期用シンボルが挿入された信号は、IFFT (Inverse Fast Fourier Transform) 部3でIFFT演算されてOFDM信号となる。このOFDM信号は、ガード区間挿入部4でガードインターバルが挿入される。この信号のフレームは、図22に示すようになり、同期用シンボル21と、位相基準シンボル又はパイロットシンボル22と、ガードインターバル（ガード区間）23と、有効シンボル24とで構成されている。

【0005】ガードインターバルが挿入された信号はD/A変換部5でD/A変換されてベースバンド信号となる。このベースバンド信号は、図示しない無線送信部で通常の無線送信処理がなされて送信信号としてアンテナを介して送信される。

【0006】アンテナを介して受信された信号は、図示しない無線受信部で通常の無線受信処理がなされてベースバンド信号となる。このベースバンド信号は、直交検波器で直交検波処理され、ローパス・フィルタで不要周波数成分が除去される（直交検波器及びローパス・フィルタはいずれも図示しない）。このベースバンド信号は、A/D変換部6でA/D変換される。なお、直交検波処理により受信信号は同相成分と直交成分に分かれるが図面では一つの信号経路としている。

【0007】このベースバンド信号は、FFT (Fast Fourier Transform) 部12でFFT演算されて、各サブキャリアに割り当てられた信号が得られる。このとき、ベースバンド信号は、遅延部7により遅延されて乗算器8に送られ、乗算結果が積算部9で積算される。そして、積算結果が、減算器10に送られて、しきい値との間で減算処理され、判定部11でしきい値判定される。そして、この判定結果がFFT部12に送られる。

【0008】FFT部12でFFT演算された信号は、復調部13に送られ、遅延検波処理され、判定部14で1ビット前の信号と異なるかどうか判定されて復調信号となる。

【0009】上記構成を有するOFDM通信装置において、シンボル同期をとる場合、まず、FFT演算前のベースバンド信号と、FFT処理前の信号を遅延部7で1シンボルだけ遅延させた信号とを乗算部8に送り、そこで複素乗算処理を行なう。

【0010】次いで、乗算部8の出力を積算部9に送り、複素乗算結果を積算する。ここで、位相基準シンボルは、同期用シンボルと同じ信号であるため、両者の積算結果は、図23のA部に示すように、1シンボル遅延させた信号の位相基準シンボルでピークを生じる。したがって、積算結果がしきい値を超えるタイミングを検出することによって、シンボル同期を確立することができる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、数十もの遅延波が受信されてくる状況下においては、信号パワ

の高いものが含まれていることがある。この場合、しきい値判定は、相関結果のパワを用いて行なうので、パワの高い信号がしきい値を超えてしまうことが考えられる。このような場合には、パワの高い信号でシンボル同期をとってしまい、正確にFFT処理開始タイミングを検出することができず、同期ずれを起こすことがある。

【0012】本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、数十もの遅延波が受信されてくる状況下においても、正確にFFT処理開始タイミングを検出することができ、同期ずれを防止することができるOFDM通信装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明のOFDM通信装置は、同期引き込みに用いられるシンボルを有効シンボルに付加する付加手段、及び前記シンボルの直後に相関値抑制用信号を挿入する挿入手段を有する送信機と、受信信号を用いて相関値を算出する相関値算出手段、及び前記算出結果についてしきい値判定を行うことによりシンボル同期をとるシンボル同期手段を有する受信機と、を具備することを特徴とする

【0014】本発明によれば、同期引き込み（遅延検波）に用いるシンボルの直後に相関値抑制用信号を挿入しているので、同期タイミング位置付近の相関出力を低減することができる。したがって、パワが高い信号が含まれていたとしても、しきい値を超える相関値を抑えることができる。その結果、正確にFFT処理開始タイミングを検出することができ、同期ずれを防止することができる。

【0015】本発明のOFDM通信装置は、前記付加手段は、同期引き込みに用いられるシンボルとして、同期用シンボル及び前記同期用シンボルと同じ信号である位相基準シンボルを用い、前記相関値算出手段は、前記受信信号を単位シンボル遅延させる手段を具備し、前記受信信号と単位シンボル遅延させた受信信号との相関をとることを特徴とする。

【0016】本発明によれば、同期引き込み方法として、受信信号とこの受信信号を単位シンボル遅延させた信号との相関結果の最大値を検出する方法を用いた場合においても、同期引き込みに用いるシンボルすなわち位相基準シンボルの直後に相関値抑制用信号を挿入しているので、同期タイミング位置付近の相関出力を低減することができる。したがって、パワが高い信号が含まれていたとしても、しきい値を超える相関値を抑えることができる。

【0017】本発明のOFDM通信装置は、前記付加手段は、同期引き込みに用いられるシンボルとして、同期用シンボル及び前記同期用シンボルと同じ信号である位相基準シンボルを用い、前記相関値算出手段は、前記位相基準シンボルをIFFT処理する手段を具備し、前記受信信号とIFFT処理された位相基準シンボルとの相

関をとることを特徴とする。

【0018】本発明によれば、同期引き込み方法として、受信信号と位相基準シンボルをIFFT処理した信号との相関結果の最大値を検出する方法を用いた場合においても、同期引き込みに用いるシンボルすなわち位相基準シンボルの直後に相関値抑制用信号を挿入しているので、同期タイミング位置付近の相関出力を低減することができる。したがって、パワが高い信号が含まれていたとしても、しきい値を超える相関値を抑えることができる。

【0019】本発明のOFDM通信装置は、前記相関値算出手段は、前記IFFT処理された位相基準シンボルを硬判定する手段を具備し、前記受信信号とIFFT処理及び硬判定された位相基準シンボルとの相関をとることを特徴とする。

【0020】本発明によれば、同期引き込み方法として、受信信号と位相基準シンボルをIFFT処理した信号との相関結果の最大値を検出する方法を用いた場合において、相関値を算出する手段を乗算器を用いることなく実現するので、ハード規模を抑えることができる。

【0021】本発明のOFDM通信装置は、前記送信機は、同期引き込みに用いられるシンボルとして、同期用シンボルを用い、前記相関値算出手段は、前記同期用シンボルをIFFT処理する手段を具備し、前記受信信号とIFFT処理された同期用シンボルとの相関をとることを特徴とする。

【0022】本発明によれば、同期引き込み方法として、受信信号と同期用シンボルをIFFT処理した信号との相関結果の最大値を検出する方法を用いた場合においても、同期引き込みに用いるシンボルすなわち同期用シンボルの直後に相関値抑制用信号を挿入しているので、同期タイミング位置付近の相関出力を低減することができる。したがって、パワが高い信号が含まれていたとしても、しきい値を超える相関値を抑えることができる。

【0023】本発明のOFDM通信装置は、前記送信機は、同期引き込みに用いられるシンボルとして、 $1/n$ 周期で同じ波形が繰り返される同期用シンボルを用い、前記相関値算出手段は、前記受信信号を $1/n$ 単位シンボル遅延させる手段を具備し、前記受信信号と $1/n$ 単位シンボル遅延させた受信信号との相関をとることを特徴とする。

【0024】本発明によれば、同期引き込み方法として、受信信号と同期用シンボルを $1/n$ 単位シンボル遅延させた信号との相関結果の最大値を検出する方法を用いた場合においても、同期引き込みに用いるシンボルすなわち同期用シンボルの直後に相関値抑制用信号を挿入しているので、同期タイミング位置付近の相関出力を低減することができる。したがって、パワが高い信号が含まれていたとしても、しきい値を超える相関値を抑える

ことができる。

【0025】本発明のOFDM通信装置は、前記相関値抑制用信号の区間は、前記位相基準シンボル周期よりも短いことを特徴とする。

【0026】本発明によれば、位相基準シンボルの直後に挿入する相関値抑制用信号は、位相基準シンボル周期よりも短いので、パワのない信号を送る区間をできるだけ短くすることができる。

【0027】本発明のOFDM通信装置は、前記相関値抑制用信号の区間は、前記同期用シンボル周期よりも短いことを特徴とする。

【0028】本発明によれば、同期用シンボルの直後に挿入する相関値抑制用信号は、同期用シンボル周期よりも短いので、パワのない信号を送る区間をできるだけ短くすることができる。

【0029】本発明のOFDM通信装置は、前記受信機は、受信信号のレベルを検出する手段を具備し、前記シンボル同期手段は、前記レベルの情報と前記しきい値判定の結果に基づいてシンボル同期をとることを特徴とする。

【0030】本発明によれば、受信信号のレベル検出を行なうので、相関結果の高いものを正確に検出することができ、より正確にFFT処理開始タイミングを検出することができる。

【0031】本発明のOFDM通信装置は、前記送信機は、通信環境に応じて適応的に前記相関値抑制用信号の区間を変える手段を具備することを特徴とする。

【0032】本発明によれば、相関値抑制用信号の挿入の切り換えを行なうことができるので、信号フレームにおける相関値抑制用信号の区間を適応的に可変とすることができ、通信環境に応じて柔軟に処理を対応させることができる。

【0033】本発明のOFDM通信装置は、前記送信機は、通信環境に応じて前記相関値抑制用信号のレベルを上げる手段を具備することを特徴とする。

【0034】本発明によれば、遅延検波に用いる位相基準シンボルの直後に利得の高い相関値抑制用信号を挿入しているので、同期タイミング位置付近の相関出力を低減することができる。したがって、パワが高い信号が含まれていたとしても、しきい値を超える相関値を抑えることができる。その結果、正確にFFT処理開始タイミングを検出することができ、同期ずれを防止することができる。

【0035】本発明のOFDM通信装置は、前記送信機は、前記相関値抑制用信号のレベルを変える手段を具備することを特徴とする。

【0036】本発明によれば、相関値抑制用信号のレベルの切り換えを行なって相関値抑制用信号のレベルを適応的に可変とすることができ、通信環境に応じて柔軟に処理を対応させることができる。

【0037】本発明のOFDM通信装置は、前記送信機は、受信信号の品質情報を平均する手段を具備し、求められた平均値に基づいて前記相関値抑制用信号のレベルを上げること特徴とする。

【0038】本発明によれば、突発的にしきい値を超えたことにより、相関値抑制用信号の利得を上げてしまうことを防止できる。これにより、他への干渉を小さくすることができる。

【0039】本発明のOFDM通信装置は、前記相関値抑制用信号は、ヌルシンボル、ヌル信号、前記同期引き込みに用いられるシンボルの極性反転した反転シンボル、及び前記同期引き込みに用いられるシンボルの極性反転した反転信号からなる群より選ばれたものであることを特徴とする。

【0040】本発明によれば、受信信号を用いた相関値を算出してシンボル同期を取る際に、相関結果を小さくさせて、確実にシンボル同期を取ることができる。

【0041】本発明の基地局装置は、上記いずれかのOFDM通信装置を備えたことを特徴とする。本発明の通信端末装置は、上記いずれかのOFDM通信装置を備えたことを特徴とする。

【0042】本発明によれば、同期ずれのないシンボル同期をとることができる。

【0043】本発明のOFDM通信方法は、同期引き込みに用いられるシンボルを有効シンボルに付加する工程、及び前記シンボルの直後に相関値抑制用信号を挿入する工程を有する送信工程と、受信信号を用いて相関値を算出する工程、及び前記算出結果についてしきい値判定を行うことによりシンボル同期をとる工程を有する受信工程と、を具備することを特徴とする。

【0044】本発明によれば、同期引き込み（遅延検波）に用いるシンボルの直後に相関値抑制用信号を挿入しているので、同期タイミング位置付近の相関出力を低減することができる。したがって、パワが高い信号が含まれていたとしても、しきい値を超える相関値を抑えることができる。その結果、正確にFFT処理開始タイミングを検出することができ、同期ずれを防止することができる。

【0045】

【発明の実施の形態】本発明の骨子は、送信する信号において、同期引き込みに用いられるシンボルの直後に相関値抑制用信号を挿入するようにしたことである。この結果、受信側において、受信信号を用いた相関値処理を行ってシンボル同期をとる際に、信号パワが高い信号についての相関結果を小さくさせて、受信信号における上記シンボルを用いた相関値結果のみにピークが現れるようにすることができる。これにより、正確にFFT処理開始タイミングを検出して、同期ずれのないシンボル同期を実現する。

【0046】以下、本発明の実施の形態を添付図面を参

照して詳細に説明する。

（実施の形態1）図1は、本発明の実施の形態1に係るOFDM通信装置の構成を示すブロック図である。

【0047】まず、各サブキャリア毎の情報信号は、変調部101で、例えば、QPSK (Quadrature Phase Shift Keying)やQAM (Quadrature Amplitude Modulation)などでデジタル変調処理された後、同期用シンボル挿入部102で同期用シンボルが付加され、その後、0シンボル挿入部103で相関値抑制用信号である0シンボルが付加される。

【0048】所定のシンボルが挿入された信号は、IFFT (Inverse Fast Fourier Transform)部104でIFFT演算されてOFDM信号となる。このOFDM信号は、ガード区間挿入部105でガードインターバルが挿入される。ガードインターバルが挿入された信号はD/A変換部106でD/A変換されてベースバンド信号となる。このベースバンド信号は、図示しない無線送信部で通常の無線送信処理がなされて送信信号としてアンテナを介して送信される。

【0049】アンテナを介して受信された信号は、図示しない無線受信部で通常の無線受信処理がなされてベースバンド信号となる。このベースバンド信号は、直交検波器で直交検波処理され、ローパス・フィルタで不要周波数成分が除去される（直交検波器及びローパス・フィルタはいずれも図示しない）。このベースバンド信号は、A/D変換部107でA/D変換される。なお、直交検波処理により受信信号は同相成分と直交成分に分かれるが図面では一つの信号経路としている。

【0050】このベースバンド信号は、FFT (Fast Fourier Transform)部113でFFT演算されて、各サブキャリアに割り当てられた信号が得られる。このとき、ベースバンド信号は、遅延部108により遅延されて乗算器109に送られ、乗算結果が積算部110で積算される。そして、積算結果が、減算器111に送られて、しきい値との間で減算処理され、判定部112でしきい値判定される。そして、この判定結果がFFT部113に送られる。

【0051】FFT部113でFFT演算された信号は、復調部114に送られ、遅延検波処理され、判定部115で1ビット前の信号と異なるかどうか判定されて復調信号となる。

【0052】次に、上記構成を有するOFDM通信装置の動作について図1及び図2を用いて説明する。変調部101でデジタル変調された信号には、同期用シンボル挿入部102で同期用シンボル201が挿入される。この同期用シンボル挿入部102は、スイッチで構成されており、同期用シンボル201を挿入する旨の制御信号1が入力されたときにスイッチが切り換わり、同期用シンボル201を挿入するようになっている。なお、同期用シンボル201の後には、位相基準シンボル202

が挿入される。この位相基準シンボル202は、同期用シンボル201と同一の信号である。また、この位相基準シンボル202の挿入は、同期用シンボル挿入部102で同様に行われる。

【0053】同期用シンボル201が挿入された信号には、0シンボル挿入部103で0シンボル203が挿入される。この0シンボル挿入部103は、スイッチで構成されており、0シンボル203を挿入する旨の制御信号2が入力されたときにスイッチが切り換わり、0シンボル203を挿入するようになっている。

【0054】このように同期用シンボル201及び0シンボル203が挿入された信号は、IFFT部104に送られ、IFFT演算される。すなわち、IFFT部104では、周波数軸上において位相と振幅の情報を含む複素数データを各シンボル期間ごとに時間軸上へIFFT変換することにより、時間軸上の信号波形を得る。

【0055】次いで、IFFT変換された信号波形には、ガード区間挿入部105でガードインターバル（ガード区間）204が挿入される。具体的には、有効シンボル205の後端部の一部の波形をガードインターバル204として挿入する。このように、遅延時間を許容するガードインターバル204を挿入することにより、ビット誤り率の増加を抑えることができ、耐マルチパス性を向上させることができる。

【0056】次いで、このようにガードインターバルを挿入した信号は、D/A変換部106でD/A変換される。その後、D/A変換された信号は、通常の無線送信処理に供された後に送信される。すなわち、上記信号は、図示しない無線送信部で周波数変換及び増幅され、アンテナから送信される。

【0057】一方、アンテナから受信された信号は、通常の無線受信処理に供される。すなわち、受信信号は、図示しない無線受信部で増幅、周波数変換、及びA/D変換されてベースバンド信号となる。なお、上述したように、受信信号は、図示しない直交検波器で同相成分と直交成分に分けられてそれぞれ処理されるが、図においては、一つの経路で表わしている。

【0058】ここで、ベースバンド信号については、ガードインターバルを用いてシンボル同期を確立する。以下、このシンボル同期の確立方法（同期引き込み方法）について説明する。

【0059】まず、FFT演算前のベースバンド信号と、FFT処理前の信号を遅延部108で、例えば1シンボルだけ遅延させた信号とを乗算部109に送り、そこで複素乗算処理を行なう。

【0060】次いで、乗算部109の出力を積算部110に送り、複素乗算結果を積算する。ここで、位相基準シンボルは、同期用シンボルと同じ信号であるため、両者の積算結果は、図23のA部に示すように、単位シンボル（ここでは1シンボル）遅延させた信号の位相基準

シンボルでピークを生じる。したがって、積算結果がしきい値を超えるタイミングを検出することによって、シンボル同期を確立することができる。

【0061】したがって、積算110の出力である積算結果を減算部111に送り、そこで所定のしきい値と減算処理し、その減算結果を判定部112に送り、そこで大小判定が行なう。これにより、積算結果に対するしきい判定がなされ、しきい値を超えたタイミングをFFT部113におけるFFT処理開始タイミングとすることができる。このようにして、送信側と受信側とでシンボル同期を合わせてFFTを開始するようにタイミングを取る。

【0062】本実施の形態においては、図2に示すように、信号のフレーム中において、位相基準シンボル202の後に0シンボル203が挿入されている。したがって、数十もの遅延波が受信されてくる状況下において、信号パワの高いものが含まれている場合、受信信号と1シンボル遅延させた信号との間で相関をとったときに、受信信号の0シンボルと位相基準シンボルとの間で相関処理がなされる。この場合、0シンボルとの間で相関処理されるので、たとえ信号パワが高くて、相関結果は非常に小さいものとなる。このため、FFT処理開始タイミング付近では、しきい値を超えるピークは特定されるので、正確にFFT処理開始タイミングを検出することができる。

【0063】A/D変換処理されたベースバンド信号は、FFT部113において、上記FFT処理開始タイミングからFFT処理され、各サブキャリアに割り当てられた信号が得られる。さらに、この信号は、復調部114に送られ、そこで遅延検波遅延検波処理され、判定部115で1ビット前の信号と比較されて復調信号となる。

【0064】このように、本実施の形態のOFDM通信装置は、遅延検波に用いる位相基準シンボルの直後に0シンボルを挿入しているため、同期タイミング位置付近の相関出力を低減することができる。したがって、パワが高い信号が含まれていたとしても、しきい値を超える相関値を抑えることができる。その結果、正確にFFT処理開始タイミングを検出することができ、同期ずれを防止することができる。

【0065】（実施の形態2）本実施の形態においては、位相基準シンボル直後に位相基準シンボル周期より短い区間の0信号を挿入する場合について説明する。

【0066】図3は、本発明の実施の形態2に係るOFDM通信装置の構成を示すブロック図である。図3において、図1と同じ部分は図1と同じ符号を付してその詳細な説明は省略する。

【0067】図3に示すOFDM通信装置では、送信部において、同期用シンボルを挿入した信号に対してIFFT処理を施し、ガードインターバルを挿入した後に、

0信号を挿入する。このため、0シンボル挿入部102を削除し、ガード区間挿入部105の後段に0信号挿入部301を設けている。

【0068】次に、上記構成を有するOFDM通信装置の動作について図3及び図4を用いて説明する。変調部101でデジタル変調された信号には、実施の形態1と同様にして、同期シンボル挿入部102で同期用シンボル201が挿入される。なお、同期用シンボル201の後には、位相基準シンボル202が挿入される。この位相基準シンボル202は、同期用シンボル201と同一の信号である。また、この位相基準シンボル202の挿入は、同期用シンボル挿入部102で同様に行われる。

【0069】同期用シンボル201が挿入された信号は、IFFT部104に送られ、IFFT演算される。次いで、IFFT変換された信号波形には、ガード区間挿入部105でガードインターバル（ガード区間）204が挿入される。

【0070】次いで、ガードインターバルを挿入した信号は、0信号挿入部301で相関値抑制用信号である0信号が挿入される。この0信号挿入部301は、スイッチで構成されており、0信号401を挿入する旨の制御信号3が入力されたときにスイッチが切り換わり、0信号401を挿入するようになっている。この0信号401の区間は、位相基準シンボル202の周期よりも短く設定されている。例えば、1/4シンボル程度に設定することが好ましい。これにより、パワのない信号を送る区間をできるだけ短くすることができる。

【0071】次いで、このように0信号を挿入した信号は、D/A変換部106でD/A変換される。その後、D/A変換された信号は、通常の無線送信処理に供された後に送信される。すなわち、上記信号は、図示しない無線送信部で周波数変換及び増幅され、アンテナから送信される。

【0072】一方、アンテナから受信された信号は、通常の無線受信処理に供される。ベースバンド信号については、実施の形態1と同様にして、ガードインターバルを用いてシンボル同期を確立する。

【0073】本実施の形態においては、図4に示すように、信号のフレーム中において、位相基準シンボル202の後に0信号401が挿入されている。したがって、数十もの遅延波が受信されてくる状況下において、信号パワの高いものが含まれている場合、受信信号と1シンボル遅延させた信号との間で相関をとったときに、受信信号の0信号と位相基準シンボルとの間で相関処理がなされる。この場合、0信号との間で相関処理されるので、たとえ信号パワが高くても、相関結果は非常に小さいものとなる。このため、FFT処理開始タイミング付近では、しきい値を超えるピークは特定されるので、正確にFFT処理開始タイミングを検出することができ

る。

【0074】A/D変換処理されたベースバンド信号は、FFT部113において、上記FFT処理開始タイミングからFFT処理され、各サブキャリアに割り当てられた信号が得られる。さらに、この信号は、復調部114に送られ、そこで遅延検波遅延検波処理され、判定部115で1ビット前の信号と比較されて復調信号となる。

【0075】このように、本実施の形態のOFDM通信装置は、遅延検波に用いる位相基準シンボルの直後に0信号を挿入しているので、同期タイミング位置付近の相関出力を低減することができる。したがって、パワが高い信号が含まれていたとしても、しきい値を超える相関値を抑えることができる。その結果、正確にFFT処理開始タイミングを検出することができ、同期ずれを防止することができる。さらに、位相基準シンボルの直後に挿入する0信号は、位相基準シンボル周期よりも短いので、パワのない信号を送る区間をできるだけ短くすることができる。

【0076】（実施の形態3）本実施の形態においては、受信レベル情報をシンボル同期獲得の際に用いる場合について説明する。

【0077】図5は、本発明の実施の形態3に係るOFDM通信装置の構成を示すブロック図である。図5において、図3と同じ部分は図3と同じ符号を付してその詳細な説明は省略する。

【0078】図5に示すOFDM通信装置は、受信部において、ベースバンド信号の受信レベルを検出するレベル検出部501、検出されたレベルと所定のしきい値とを比較する減算部502と、減算結果の大小判定を行なう判定部503と、判定部503の判定結果とFFT処理開始タイミング検出のための判定結果との間の論理積を算出する論理積部504とを含む。

【0079】次に、上記構成を有するOFDM通信装置の動作について図5を用いて説明する。

【0080】送信側については、実施の形態2と同様である。したがって、送信される信号におけるフレーム構成は、図4に示すようになる。

【0081】一方、アンテナから受信された信号は、通常の無線受信処理に供される。ベースバンド信号については、実施の形態1と同様にして、ガードインターバルを用いてシンボル同期を確立する。

【0082】本実施の形態においては、ベースバンド信号がレベル検出部501に送られ、レベル検出され、そのレベルが減算部502に送られて所定のしきい値との間で減算処理される。この減算結果が判定部503に送られて大小判定される。すなわち、検出されたレベルについてしきい値判定がなされる。

【0083】また、実施の形態2と同様にして、受信信号と1シンボル遅延させた信号との間の相関結果のしき

い値判定を行なう。上記レベルのしきい値判定の結果と
相関結果のしきい値判定の結果とが論理積部504に送
られ、その論理積情報がFFT部113に送られる。す
なわち、レベル検出のしきい値判定において、しきい値
より低く、相関結果のしきい値判定において、しきい値
より高い時に、FFT処理開始タイミングとなる。

【0084】A/D変換処理されたベースバンド信号
は、FFT部113において、上記FFT処理開始タイ
ミングからFFT処理され、各サブキャリアに割り当て
られた信号が得られる。さらに、この信号は、復調部1
14に送られ、そこで遅延検波遅延検波処理され、判定
部115で1ビット前の信号と比較されて復調信号とな
る。

【0085】このように、本実施の形態のOFDM通信
装置は、パワが高い信号が含まれていたとしても、しき
い値を超える相関値を抑えることができ、正確にFFT
処理開始タイミングを検出することができ、同期ずれを
防止することができる。また、位相基準シンボルの直後
に挿入する0信号は、位相基準シンボル周期よりも短い
ので、パワのない信号を送る区間をできるだけ短くす
ることができる。さらに、受信信号のレベル検出を行なう
ので、相関結果の高いものを正確に検出することがで
き、より正確にFFT処理開始タイミングを検出するこ
とができる。

【0086】(実施の形態4) 本実施の形態において
は、0信号を挿入する区間の長さを可変とする場合につ
いて説明する。

【0087】図6は、本発明の実施の形態4に係るOF
DM通信装置の構成を示すブロック図である。図6にお
いて、図3と同じ部分は図3と同じ符号を付してその詳
細な説明は省略する。

【0088】図6に示すOFDM通信装置は、判定部1
15における判定前の信号と判定後の信号との差分をと
る第1減算部605と、この減算結果と所定のしきい値
との間で減算処理を行なう第2減算部604と、この第
2減算部の減算結果の大小判定を行なう判定部603
と、この判定結果に応じて0信号を挿入するかどうかを
切り換えるスイッチ602と、位相基準シンボル直後に
0信号を挿入する0信号挿入部601とを含む。

【0089】0信号挿入部601は、スイッチで構成さ
れており、0信号を挿入する旨の制御信号3がスイッチ
602に入力されたときにスイッチが切り換わり、0信
号を挿入するようになっている。また、スイッチ602
は、判定部603の判定結果に基づいて0信号を挿入す
る旨の制御信号3と0信号を挿入しない旨の制御信号4
とにより切り換えを行なう。

【0090】次に、上記構成を有するOFDM通信装置
の動作について図6を用いて説明する。変調部101で
デジタル変調された信号には、実施の形態1と同様に
して、同期シンボル挿入部102で同期用シンボル20

1が挿入される。なお、同期用シンボル201の後に
は、位相基準シンボル202が挿入される。

【0091】同期用シンボル201が挿入された信号
は、IFFT部104に送られ、IFFT演算される。
次いで、IFFT変換された信号波形には、ガード区間
挿入部105でガードインターバル(ガード区間)20
4が挿入される。

【0092】一方、アンテナから受信された信号は、通
常の無線受信処理に供される。ベースバンド信号につ
いては、実施の形態1と同様にして、ガードインター
バルを用いてシンボル同期を確立する。

【0093】本実施の形態においては、図4に示すよ
うに、信号のフレーム中において、位相基準シンボル20
2の後に0信号401が挿入されている。このため、受
信信号と1シンボル遅延させた信号との間で相関をと
ったときに、受信信号の0信号と位相基準シンボルとの間
で相関処理がなされる。

【0094】A/D変換処理されたベースバンド信号
は、FFT部113において、上記FFT処理開始タイ
ミングからFFT処理され、各サブキャリアに割り当て
られた信号が得られる。さらに、この信号は、復調部1
14に送られ、そこで遅延検波遅延検波処理され、判定
部115で1ビット前の信号と比較されて復調信号とな
る。

【0095】上記の場合において、判定前後の信号が第
1減算部605に送られて、両者の差分が求められる。
この差分は第2減算部604に送られて、しきい値と比
較される。この比較結果が判定部603で判定される。
このしきい値よりも差分が大きい場合には、通信環境が
悪いと判断して、すなわち0信号の区間が短いと判断し
て0信号の区間を長くするような制御を行なう。

【0096】具体的には、0信号の区間を長くする場
合には、スイッチ602に制御信号3を入力してスイッチ
602を切り換えて、0信号挿入部601で0信号を挿
入する。一方、0信号を長くする必要がない場合には、
スイッチ602に制御信号4を入力してスイッチ602
を切り換えて、0信号挿入部601で0信号を挿入しな
いようにする。このようにして、信号フレームにおいて
0信号の区間を適応的に可変させることが可能となる。

【0097】次いで、このように0信号を挿入した信号
は、D/A変換部106でD/A変換される。その後、
D/A変換された信号は、通常無線送信処理に供され
た後に送信される。すなわち、上記信号は、図示しない
無線送信部で周波数変換及び増幅され、アンテナから送
信される。

【0098】このように、本実施の形態のOFDM通信
装置は、遅延検波に用いる位相基準シンボルの直後に0
信号を挿入しているので、同期タイミング位置付近の相
関出力を低減することができ、正確にFFT処理開始タイ
ミングを検出することができ、同期ずれを防止する。

また、0信号の挿入の切り換えを行なうことができるので、信号フレームにおける0信号の区間を適応的に可変とすることができ、通信環境に応じて柔軟に処理を対応させることができる。

【0099】（実施の形態5）本実施の形態においては、位相基準シンボルの直後に、相関値抑制用信号である、位相基準シンボルを極性反転させたシンボルを挿入する場合について説明する。

【0100】図7は、本発明の実施の形態5に係るOFDM通信装置の構成を示すブロック図である。図7において、図1と同じ部分は図1と同じ符号を付してその詳細な説明は省略する。

【0101】図7に示すOFDM通信装置では、送信部において、同期用シンボルを挿入した信号に対して反転シンボルを挿入する。このため、0シンボル挿入部102の代わりに、反転シンボル挿入部701を設けている。この反転シンボル挿入部701は、スイッチで構成されており、反転シンボルを挿入する旨の制御信号2が入力されたときにスイッチが切り換わり、反転シンボルを挿入するようになっている。

【0102】次に、上記構成を有するOFDM通信装置の動作について図7及び図8を用いて説明する。変調部101でデジタル変調された信号には、実施の形態1と同様にして、同期シンボル挿入部102で同期用シンボル201が挿入される。なお、同期用シンボル201の後には、位相基準シンボル202が挿入される。この位相基準シンボル202は、同期用シンボル201と同一の信号である。また、この位相基準シンボル202の挿入は、同期用シンボル挿入部102で同様に行われる。

【0103】同期用シンボル201が挿入された信号には、反転シンボル挿入部701で位相基準シンボルを反転した反転シンボル801が挿入される。これらのシンボルが挿入された信号は、IFFT部104に送られ、IFFT演算される。次いで、IFFT変換された信号波形には、ガード区間挿入部105でガードインターバル（ガード区間）204が挿入される。

【0104】次いで、このようにガードインターバル204を挿入した信号は、D/A変換部106でD/A変換される。その後、D/A変換された信号は、通常の無線送信処理に供された後に送信される。すなわち、上記信号は、図示しない無線送信部で周波数変換及び増幅され、アンテナから送信される。

【0105】一方、アンテナから受信された信号は、通常の無線受信処理に供される。ベースバンド信号については、実施の形態1と同様にして、ガードインターバルを用いてシンボル同期を確立する。

【0106】本実施の形態においては、図8に示すように、信号のフレーム中において、位相基準シンボル202の後に反転シンボル801が挿入されている。したが

って、数十もの遅延波が受信されてくる状況下において、信号パワの高いものが含まれている場合、受信信号と1シンボル遅延させた信号との間で相関をとったときに、受信信号の反転シンボルと位相基準シンボルとの間で相関処理がなされる。この場合、反転シンボルとの間で相関処理されるので、たとえ信号パワが高くても、両者は打ち消されて相関結果は非常に小さいものとなる。このため、FFT処理開始タイミング付近では、しきい値を超えるピークは特定されるので、正確にFFT処理開始タイミングを検出することができる。

【0107】A/D変換処理されたベースバンド信号は、FFT部113において、上記FFT処理開始タイミングからFFT処理され、各サブキャリアに割り当てられた信号が得られる。さらに、この信号は、復調部114に送られ、そこで遅延検波遅延検波処理され、判定部115で1ビット前の信号と比較されて復調信号となる。

【0108】このように、本実施の形態のOFDM通信装置は、遅延検波に用いる位相基準シンボルの直後に位相基準シンボルを反転した反転シンボルを挿入しているので、同期タイミング位置付近の相関出力を打ち消して低減することができる。したがって、パワが高い信号が含まれていたとしても、しきい値を超える相関値を抑えることができる。その結果、正確にFFT処理開始タイミングを検出することができ、同期ずれを防止することができる。

【0109】（実施の形態6）本実施の形態においては、位相基準シンボル直後に位相基準シンボル周期より短い区間の反転信号を挿入する場合について説明する。

【0110】図9は、本発明の実施の形態6に係るOFDM通信装置の構成を示すブロック図である。図9において、図7と同じ部分は図7と同じ符号を付してその詳細な説明は省略する。

【0111】図9に示すOFDM通信装置では、送信部において、同期用シンボルを挿入した信号に対してIFFT処理を施し、ガードインターバルを挿入した後に、反転信号を挿入する。このため、反転シンボル挿入部701を削除し、ガード区間挿入部105の後段に反転信号挿入部901を設けている。

【0112】次に、上記構成を有するOFDM通信装置の動作について図9及び図10を用いて説明する。変調部101でデジタル変調された信号には、実施の形態1と同様にして、同期シンボル挿入部102で同期用シンボル201が挿入される。なお、同期用シンボル201の後には、位相基準シンボル202が挿入される。この位相基準シンボル202は、同期用シンボル201と同一の信号である。また、この位相基準シンボル202の挿入は、同期用シンボル挿入部102で同様に行われる。

【0113】同期用シンボル201が挿入された信号

は、IFFT部104に送られ、IFFT演算される。次いで、IFFT変換された信号波形には、ガード区間挿入部105でガードインターバル（ガード区間）204が挿入される。

【0114】次いで、ガードインターバルを挿入した信号は、反転信号挿入部901で相関値抑制用信号である反転信号が挿入される。この反転信号挿入部901は、スイッチで構成されており、反転信号1001を挿入する旨の制御信号3が入力されたときにスイッチが切り換わり、反転信号1001を挿入するようになっている。この反転信号1001の区間は、位相基準シンボル202の周期よりも短く設定されている。例えば、1/4シンボル程度に設定することが好ましい。これにより、追加の信号を送る区間をできるだけ短くすることができる。

【0115】次いで、このように反転信号を挿入した信号は、D/A変換部106でD/A変換される。その後、D/A変換された信号は、通常の無線送信処理に供された後に送信される。すなわち、上記信号は、図示しない無線送信部で周波数変換及び増幅され、アンテナから送信される。

【0116】一方、アンテナから受信された信号は、通常の無線受信処理に供される。ベースバンド信号については、実施の形態1と同様にして、ガードインターバルを用いてシンボル同期を確立する。

【0117】本実施の形態においては、図10に示すように、信号のフレーム中において、位相基準シンボル202の後に反転信号1001が挿入されている。したがって、数十もの遅延波が受信されてくる状況下において、信号パワの高いものが含まれている場合、受信信号と1シンボル遅延させた信号との間で相関をとったときに、受信信号の反転信号と位相基準シンボルとの間で相関処理がなされる。この場合、反転信号との間で相関処理されるので、たとえ信号パワが高くても、両者が打ち消しあって相関結果は非常に小さいものとなる。このため、FFT処理開始タイミング付近では、しきい値を超えるピークは特定されるので、正確にFFT処理開始タイミングを検出することができる。

【0118】A/D変換処理されたベースバンド信号は、FFT部113において、上記FFT処理開始タイミングからFFT処理され、各サブキャリアに割り当てられた信号が得られる。さらに、この信号は、復調部114に送られ、そこで遅延検波遅延検波処理され、判定部115で1ビット前の信号と比較されて復調信号となる。

【0119】このように、本実施の形態のOFDM通信装置は、遅延検波に用いる位相基準シンボルの直後に反転信号を挿入しているので、同期タイミング位置付近の相関出力を低減することができる。したがって、パワが高い信号が含まれていたとしても、しきい値を超える相

関値を抑えることができる。その結果、正確にFFT処理開始タイミングを検出することができ、同期ずれを防止することができる。さらに、位相基準シンボルの直後に挿入する反転信号は、位相基準シンボル周期よりも短いので、パワのない信号を送る区間をできるだけ短くすることができる。

【0120】（実施の形態7）本実施の形態においては、反転信号を挿入する区間の長さを可変とする場合について説明する。

【0121】図11は、本発明の実施の形態7に係るOFDM通信装置の構成を示すブロック図である。図11において、図6と同じ部分は図6と同じ符号を付してその詳細な説明は省略する。

【0122】図11に示すOFDM通信装置は、判定部115における判定前の信号と判定後の信号との差分をとる第1減算部1105と、この減算結果と所定のしきい値との間で減算処理を行なう第2減算部1104と、この第2減算部の減算結果の大小判定を行なう判定部1103と、この判定結果に応じて反転信号を挿入するかどうかを切り換えるスイッチ1102と、位相基準シンボル直後に反転信号を挿入する反転信号挿入部1101とを含む。

【0123】反転信号挿入部1101は、スイッチで構成されており、反転信号を挿入する旨の制御信号3がスイッチ1102に入力されたときにスイッチが切り換わり、反転信号を挿入するようになっている。また、スイッチ1102は、判定部1103の判定結果に基づいて反転信号を挿入する旨の制御信号3と反転信号を挿入しない旨の制御信号4とにより切り換えを行なう。

【0124】次に、上記構成を有するOFDM通信装置の動作について図11を用いて説明する。変調部101でディジタル変調された信号には、実施の形態1と同様にして、同期シンボル挿入部102で同期用シンボル201が挿入される。なお、同期用シンボル201の後は、位相基準シンボル202が挿入される。

【0125】同期用シンボル201が挿入された信号は、IFFT部104に送られ、IFFT演算される。次いで、IFFT変換された信号波形には、ガード区間挿入部105でガードインターバル（ガード区間）204が挿入される。

【0126】一方、アンテナから受信された信号は、通常の無線受信処理に供される。ベースバンド信号については、実施の形態1と同様にして、ガードインターバルを用いてシンボル同期を確立する。

【0127】本実施の形態においては、図10に示すように、信号のフレーム中において、位相基準シンボル202の後に反転信号1001が挿入されている。このため、受信信号と1シンボル遅延させた信号との間で相関をとったときに、受信信号の反転信号と位相基準シンボルとの間で相関処理がなされる。

【0128】A/D変換処理されたベースバンド信号は、FFT部113において、上記FFT処理開始タイミングからFFT処理され、各サブキャリアに割り当てられた信号が得られる。さらに、この信号は、復調部114に送られ、そこで遅延検波遅延検波処理され、判定部115で1ビット前の信号と比較されて復調信号となる。

【0129】上記の場合において、判定前後の信号が第1減算部1105に送られて、両者の差分が求められる。この差分は第2減算部1104に送られて、しきい値と比較される。この比較結果が判定部1103で判定される。このしきい値よりも差分が大きい場合には、通信環境が悪いと判断して、すなわち反転信号の区間が短いと判断して反転信号の区間を長くするような制御を行なう。

【0130】具体的には、反転信号の区間を長くする場合には、スイッチ1102に制御信号3を入力してスイッチ1102を切り換えて、反転信号挿入部1101で反転信号を挿入する。一方、反転信号を長くする必要がない場合には、スイッチ1102に制御信号4を入力してスイッチ1102を切り換えて、反転信号挿入部1101で反転信号を挿入しないようにする。このようにして、信号フレームにおいて反転信号の区間を適応的に可変させることが可能となる。

【0131】次いで、このように反転信号を挿入した信号は、D/A変換部106でD/A変換される。その後、D/A変換された信号は、通常の無線送信処理に供された後に送信される。すなわち、上記信号は、図示しない無線送信部で周波数変換及び増幅され、アンテナから送信される。

【0132】このように、本実施の形態のOFDM通信装置は、遅延検波に用いる位相基準シンボルの直後に反転信号を挿入しているため、同期タイミング位置付近の相関出力を低減することができ、正確にFFT処理開始タイミングを検出することができ、同期ずれを防止することができる。また、反転信号の挿入の切り換えを行なうことができるので、信号フレームにおける反転信号の区間を適応的に可変とすることができ、通信環境に応じて柔軟に処理を対応させることができる。

【0133】（実施の形態8）本実施の形態においては、位相基準シンボル直後に挿入する反転信号のレベルを高くする場合について説明する。

【0134】図12は、本発明の実施の形態8に係るOFDM通信装置の構成を示すブロック図である。図12において、図9と同じ部分は図9と同じ符号を付してその詳細な説明は省略する。

【0135】図12に示すOFDM通信装置では、送信部において、同期用シンボルを挿入した信号に対してIFFT処理を施し、ガードインターバルを挿入した後に、反転信号を挿入する。このときに、反転信号のレベ

ルを高くするため、利得部1201を設けている。

【0136】次に、上記構成を有するOFDM通信装置の動作について図12を用いて説明する。変調部101でデジタル変調された信号には、実施の形態1と同様にして、同期シンボル挿入部102で同期用シンボル201が挿入される。なお、同期用シンボル201の後には、位相基準シンボル202が挿入される。この位相基準シンボル202は、同期用シンボル201と同一の信号である。また、この位相基準シンボル202の挿入は、同期用シンボル挿入部102で同様に行われる。

【0137】同期用シンボル201が挿入された信号は、IFFT部104に送られ、IFFT演算される。次いで、IFFT変換された信号波形には、ガード区間挿入部105でガードインターバル（ガード区間）204が挿入される。

【0138】次いで、ガードインターバルを挿入した信号は、反転信号挿入部901で反転信号が挿入される。この反転信号は、利得部1201でレベルが高くされる。利得の程度については、通信環境や遅延波の数などに応じて適宜設定する。

【0139】次いで、このように反転信号を挿入した信号は、D/A変換部106でD/A変換される。その後、D/A変換された信号は、通常の無線送信処理に供された後に送信される。すなわち、上記信号は、図示しない無線送信部で周波数変換及び増幅され、アンテナから送信される。

【0140】一方、アンテナから受信された信号は、通常の無線受信処理に供される。ベースバンド信号については、実施の形態1と同様にして、ガードインターバルを用いてシンボル同期を確立する。

【0141】本実施の形態においては、図10に示すように、信号のフレーム中において、位相基準シンボル202の後に反転信号1001が挿入されている。したがって、数十もの遅延波が受信されてくる状況下において、信号パワの高いものが含まれている場合、受信信号と1シンボル遅延させた信号との間で相関をとったときに、受信信号の反転信号と位相基準シンボルとの間で相関処理がなされる。この場合、反転信号のレベルを高くしているので、たとえ信号パワが高くても、両者が打ち消しあって相関結果は非常に小さいものとなる。このため、FFT処理開始タイミング付近では、しきい値を超えるピークは特定されるので、正確にFFT処理開始タイミングを検出することができる。

【0142】A/D変換処理されたベースバンド信号は、FFT部113において、上記FFT処理開始タイミングからFFT処理され、各サブキャリアに割り当てられた信号が得られる。さらに、この信号は、復調部114に送られ、そこで遅延検波遅延検波処理され、判定部115で1ビット前の信号と比較されて復調信号となる。

【0143】このように、本実施の形態のOFDM通信装置は、遅延検波に用いる位相基準シンボルの直後に利得の高い反転信号を挿入しているため、同期タイミング位置付近の相関出力を低減することができる。したがって、パワが高い信号が含まれていたとしても、しきい値を超える相関値を抑えることができる。その結果、正確にFFT処理開始タイミングを検出することができ、同期ずれを防止することができる。

【0144】（実施の形態9）本実施の形態においては、反転信号の利得を可変とする場合について説明する。

【0145】図13は、本発明の実施の形態9に係るOFDM通信装置の構成を示すブロック図である。図13において、図11と同じ部分は図11と同じ符号を付してその詳細な説明は省略する。

【0146】図13に示すOFDM通信装置は、判定部115における判定前の信号と判定後の信号との差分をとる第1減算部1105と、この減算結果と所定のしきい値との間で減算処理を行なう第2減算部1104と、この第2減算部の減算結果の大小判定を行なう判定部1103と、この判定結果に応じて反転信号の利得を切り換えるスイッチ1302と、位相基準シンボル直後に反転信号を挿入する反転信号挿入部1301と、反転信号のレベルを変える利得部1201とを含む。

【0147】反転信号挿入部1301は、スイッチで構成されており、反転信号を挿入する旨の制御信号3が入力されたときにスイッチが切り換わり、反転信号を挿入するようになっている。また、スイッチ1302は、判定部1103の判定結果に基づいて反転信号の利得を切り換えを行なう。

【0148】次に、上記構成を有するOFDM通信装置の動作について図13を用いて説明する。変調部101でデジタル変調された信号には、実施の形態1と同様にして、同期シンボル挿入部102で同期用シンボル201が挿入される。なお、同期用シンボル201の後には、位相基準シンボル202が挿入される。

【0149】同期用シンボル201が挿入された信号は、IFFT部104に送られ、IFFT演算される。次いで、IFFT変換された信号波形には、ガード区間挿入部105でガードインターバル（ガード区間）204が挿入される。

【0150】一方、アンテナから受信された信号は、通常の無線受信処理に供される。ベースバンド信号については、実施の形態1と同様にして、ガードインターバルを用いてシンボル同期を確立する。

【0151】本実施の形態においては、図10に示すように、信号のフレーム中において、位相基準シンボル202の後に反転信号1001が挿入されている。このため、受信信号と1シンボル遅延させた信号との間で相関をとったときに、受信信号の反転信号と位相基準シンボ

ルとの間で相関処理がなされる。

【0152】A/D変換処理されたベースバンド信号は、FFT部113において、上記FFT処理開始タイミングからFFT処理され、各サブキャリアに割り当てられた信号が得られる。さらに、この信号は、復調部114に送られ、そこで遅延検波遅延検波処理され、判定部115で1ビット前の信号と比較されて復調信号となる。

【0153】上記の場合において、判定前後の信号が第1減算部1105に送られて、両者の差分が求められる。この差分は第2減算部1104に送られて、しきい値と比較される。この比較結果が判定部1103で判定される。このしきい値よりも差分が大きい場合には、通信環境が悪いと判断して、すなわち反転信号のレベルが低いと判断して反転信号のレベルを高くするような制御を行なう。

【0154】具体的には、反転信号のレベルを高くする場合には、スイッチ1302を切り換えて、利得部1201でレベルを高くした反転信号を反転信号挿入部1301に送り、そこでレベルの高い反転信号を挿入する。一方、反転信号のレベルを高くする必要がない場合には、スイッチ1302を切り換えて、そのままのレベルの反転信号を反転信号挿入部1301に送り、そこで反転信号を挿入する。このようにして、信号フレームにおいて反転信号のレベルを適応的に可変させることが可能となる。

【0155】次いで、このように反転信号を挿入した信号は、D/A変換部106でD/A変換される。その後、D/A変換された信号は、通常の無線送信処理に供された後に送信される。すなわち、上記信号は、図示しない無線送信部で周波数変換及び増幅され、アンテナから送信される。

【0156】このように、本実施の形態のOFDM通信装置は、遅延検波に用いる位相基準シンボルの直後に反転信号を挿入しているため、同期タイミング位置付近の相関出力を低減することができ、正確にFFT処理開始タイミングを検出することができ、同期ずれを防止することができる。また、反転信号のレベルの切り換えを行なって反転信号のレベルを適応的に可変とすることができ、通信環境に応じて柔軟に処理を対応させることができる。

【0157】（実施の形態10）本実施の形態においては、受信品質情報の平均を用いて反転信号の利得を可変とする場合について説明する。

【0158】図14は、本発明の実施の形態10に係るOFDM通信装置の構成を示すブロック図である。図14において、図13と同じ部分は図13と同じ符号を付してその詳細な説明は省略する。

【0159】図14に示すOFDM通信装置は、判定部115における判定前の信号と判定後の信号との差分を

とる第1減算部1105の減算結果のバースト平均を算出する平均部1401を含む。

【0160】この平均部1401では、第1減算部1105のバースト平均をとるので、突発的にしきい値を超えたことにより、反転信号の利得を上げてしまうことを防止できる。これにより、他への干渉を小さくすることができる。

【0161】次に、上記構成を有するOFDM通信装置の動作について図14を用いて説明する。変調部101でデジタル変調された信号には、実施の形態1と同様にして、同期シンボル挿入部102で同期用シンボル201が挿入される。なお、同期用シンボル201の後には、位相基準シンボル202が挿入される。

【0162】同期用シンボル201が挿入された信号は、IFFT部104に送られ、IFFT演算される。次いで、IFFT変換された信号波形には、ガード区間挿入部105でガードインターバル（ガード区間）204が挿入される。

【0163】一方、アンテナから受信された信号は、通常の無線受信処理に供される。ベースバンド信号については、実施の形態1と同様にして、ガードインターバルを用いてシンボル同期を確立する。

【0164】本実施の形態においては、図10に示すように、信号のフレーム中において、位相基準シンボル202の後に反転信号1001が挿入されている。このため、受信信号と1シンボル遅延させた信号との間で相関をとったときに、受信信号の反転信号と位相基準シンボルとの間で相関処理がなされる。

【0165】A/D変換処理されたベースバンド信号は、FFT部113において、上記FFT処理開始タイミングからFFT処理され、各サブキャリアに割り当てられた信号が得られる。さらに、この信号は、復調部114に送られ、そこで遅延検波遅延検波処理され、判定部115で1ビット前の信号と比較されて復調信号となる。

【0166】上記の場合において、判定前後の信号が第1減算部1105に送られて、両者の差分が求められる。この差分は平均部1401に送られ、バースト平均が算出される。この平均値が第2減算部1104に送られて、しきい値と比較される。この比較結果が判定部1103で判定される。このしきい値よりも差分が大きい場合には、通信環境が悪いと判断して、すなわち反転信号のレベルが低いと判断して反転信号のレベルを高くするような制御を行なう。

【0167】具体的には、反転信号のレベルを高くする場合には、スイッチ1302を切り換えて、利得部1201でレベルを高くした反転信号を反転信号挿入部1301に送り、そこでレベルの高い反転信号を挿入する。一方、反転信号のレベルを高くする必要がない場合には、スイッチ1302を切り換えて、そのままのレベル

の反転信号を反転信号挿入部1301に送り、そこで反転信号を挿入する。このようにして、信号フレームにおいて反転信号のレベルを適応的に可変させることが可能となる。

【0168】次いで、このように反転信号を挿入した信号は、D/A変換部106でD/A変換される。その後、D/A変換された信号は、通常の無線送信処理に供された後に送信される。すなわち、上記信号は、図示しない無線送信部で周波数変換及び増幅され、アンテナから送信される。

【0169】このように、本実施の形態のOFDM通信装置は、遅延検波に用いる位相基準シンボルの直後に反転信号を挿入しているので、同期タイミング位置付近の相関出力を低減することができ、正確にFFT処理開始タイミングを検出することができ、同期ずれを防止することができる。また、反転信号のレベルの切り換えを行なって反転信号のレベルを適応的に可変とすることができ、通信環境に応じて柔軟に処理を対応させることができる。この場合、第1減算部1105のバースト平均をとるので、突発的にしきい値を超えたことにより、反転信号の利得を上げてしまうことを防止できる。これにより、他への干渉を小さくすることができる。

【0170】（実施の形態11）本実施の形態においては、上述した実施の形態におけるものとは異なる同期引き込み方法を採用する場合について、図15を用いて説明する。同期引き込み方法としては、受信信号とこの受信信号を1シンボル遅延させた信号との相関結果の最大値を検出する方法（上記実施の形態における方法）の他に、位相基準シンボル（パイロットシンボル）をIFFT処理した信号と受信信号との相関結果の最大値を検出する方法がある。本実施の形態に係るOFDM通信装置は、この同期引き込み方法を採用する。なお、ここでは、一例として、実施の形態1に係るOFDM通信装置においてこの同期引き込み方法を採用した場合について説明する。

【0171】図15は、本発明の実施の形態11に係るOFDM通信装置の構成を示すブロック図である。図15において、図1と同じ部分には図1と同じ符号を付して、その詳細な説明は省略する。

【0172】図15に示すOFDM通信装置は、受信部において、位相基準シンボル（パイロットシンボル）をIFFT処理した信号と受信信号との相関値を算出する相関器1501を含む。この相関器1501の内部構成について、図16を用いて説明する。

【0173】図16は、実施の形態11に係るOFDM通信装置における相関器1501の内部構成を示すブロック図である。図16に示すように、相関器1501は、A/D変換器107が出力した信号（受信信号）と位相基準シンボルをIFFT処理した信号とを入力する。具体的には、相関器1501は、IFFT処理にお

けるサンプル数を n とすれば、位相基準シンボルをIFFT処理した信号における1番目～ n 番目のサンプル点の信号(図中 $ref1 \sim refn$)を入力する。

【0174】また、相関器1501は、図16に示すように、乗算器1601a～1601nと、遅延器1602a～1602nと、加算器1603a～1603nと、を含む。上記構成を有する相関器1501は、加算器1603nより、受信信号と位相基準シンボルをIFFT処理した信号との相関値を算出する。

【0175】相関器1501から出力された相関値は、減算部111に送られて、実施の形態1で説明したものと同様の処理がなされる。このようにして、同期引き込み処理がなされる。

【0176】本実施の形態においては、図2に示すように、信号のフレーム中において、位相基準シンボル202の後に0シンボル203が挿入されている。したがって、数十もの遅延波が受信されてくる状況下において、信号パワの高いものが含まれている場合、位相基準シンボルをIFFT処理した信号と受信信号との間で相関をとったときに、受信信号の0シンボルと位相基準シンボルをIFFT処理した信号との間で相関処理がなされる。この場合、0シンボルとの間で相関処理されるので、たとえ信号パワが高くても、相関結果は非常に小さいものとなる。このため、FFT処理開始タイミング付近では、しきい値を超えるピークは特定されるので、正確にFFT処理開始タイミングを検出することができる。

【0177】このように、本実施の形態のOFDM通信装置は、同期引き込み処理に用いる位相基準シンボルの直後に0シンボルを挿入しているので、同期タイミング位置付近の相関出力を低減することができる。したがって、パワが高い信号が含まれていたとしても、しきい値を超える相関値を抑えることができる。その結果、正確にFFT処理開始タイミングを検出することができ、同期ずれを防止することができる。

【0178】なお、本実施の形態においては、上記同期引き込み方法を実施の形態1に係るOFDM通信装置に採用した場合について説明したが、本発明は、上記同期引き込み方法を実施の形態2～実施の形態10に採用した場合にも適用することができる。

【0179】(実施の形態12) 本実施の形態においては、位相基準シンボルをIFFT処理した信号と受信信号との相関をとる相関器において、乗算器に代えて、IFFT処理した信号に対して硬判定を行う手段を用いる場合について、図17を用いて説明する。

【0180】図17は、本発明の実施の形態11に係るOFDM通信装置の相関器における硬判定部の構成を示すブロック図である。図17に示す硬判定部は、図16に示した相関器において、乗算部1601a～乗算部1601nのそれぞれに代えて設けられる。硬判定部17

01は、A/D変換器107が出力した信号(受信信号)に対する硬判定値を出力する。セクタ1702は、硬判定部1701からの信号すなわち硬判定値と、受信信号すなわち軟判定値と、の相関をとる。

【0181】このように、本実施の形態に係るOFDM装置においては、乗算器を用いることなく構成された相関器を備えるので、ハード規模を大幅に削減することができる。

【0182】(実施の形態13) 本実施の形態においては、上述した2種類の方法とは異なる同期引き込み方法を採用する場合について、図18を用いて説明する。上述した図22に示したフレームにおける同期用シンボル21および位相基準シンボル22を用いた同期引き込み方法の他に、図24に示したフレームにおける同期用シンボルを用いた同期引き込み方法がある。本実施の形態に係るOFDM通信装置は、この同期引き込み方法を採用する。なお、ここでは、一例として、実施の形態1に係るOFDM通信装置においてこの同期引き込み方法を採用した場合について、実施の形態12を参照しつつ、図18を用いて説明する。

【0183】図18は、本発明の実施の形態13に係るOFDM通信装置において使用する信号のフレーム図である。図18に示すフレームは、図24に示したフレームにおける位相基準シンボル32の直前に同期用シンボル31を付加したものである。本実施の形態に係るOFDM通信装置は、図18に示すフレームにおける同期用シンボルをIFFT処理した信号と受信信号との相関結果の最大値を検出する同期引き込み方法を採用する。

【0184】図19は、本発明の実施の形態13に係るOFDM通信装置の構成を示すブロック図である。図19において、図1と同じ部分には図1と同じ符号を付して、その詳細な説明は省略する。

【0185】送信部において、変調部101でディジタル変調された信号には、同期用シンボル挿入部1901で同期用シンボル1801が挿入される。この同期用シンボル挿入部1901は、スイッチで構成されており、同期用シンボル1801を挿入する旨の制御信号4が入力されたときにスイッチが切り換わり、同期用シンボル1801を挿入するようになっている。

【0186】同期用シンボル1801が挿入された信号には、0シンボル挿入部103で0シンボル1802が挿入される。この0シンボル挿入部103は、実施の形態1におけるものと同様である。

【0187】0シンボル1802が挿入された信号には、位相基準シンボル挿入部1902で位相基準シンボル1803および位相基準シンボル1804が挿入される。この位相基準シンボル挿入部1902は、スイッチで構成されており、位相基準シンボル1803及び位相基準シンボル1804を挿入する旨の制御信号5が入力されたときにスイッチが切り換わり、位相基準シンボル

1803および位相基準シンボル1804を挿入するようになっている。

【0188】このように同期用シンボル1801、0シンボル1802及び上記各位相基準シンボルが挿入された信号は、IFFT部104に送られ、IFFT演算される。

【0189】受信部において、A/D変換器107が出力した信号（受信信号）は、FFT部113と相関器1903に送られる。相関器1903は、受信信号と同期用シンボルをIFFT処理した信号との相関値を算出するものである。この相関器1903が、実施の形態12における相関器1501と相違する点は、位相基準シンボルをIFFT処理した信号に代えて、同期用シンボルをIFFT処理した信号を入力することである。

【0190】相関器1903から出力された相関値は、減算部111に送られて、実施の形態1で説明したものと同様の処理がなされる。このようにして、同期引き込み処理がなされる。

【0191】本実施の形態においては、図2に示すように、信号のフレーム中において、同期用シンボル1801の後に0シンボル1802が挿入されている。したがって、数十もの遅延波が受信されてくる状況下において、信号パワの高いものが含まれている場合、同期用シンボルをIFFT処理した信号と受信信号との間で相関をとったときに、受信信号の0シンボルと同期用シンボルをIFFT処理した信号との間で相関処理がなされる。この場合、0シンボルとの間で相関処理されるので、たとえ信号パワが高くても、相関結果は非常に小さいものとなる。このため、FFT処理開始タイミング付近では、しきい値を超えるピークは特定されるので、正確にFFT処理開始タイミングを検出することができる。

【0192】このように、本実施の形態のOFDM通信装置は、同期引き込み処理に用いる同期用シンボルの直後に0シンボルを挿入しているので、同期タイミング位置付近の相関出力を低減することができる。したがって、パワが高い信号が含まれていたとしても、しきい値を超える相関値を抑えることができる。その結果、正確にFFT処理開始タイミングを検出することができ、同期ずれを防止することができる。

【0193】また、本実施の形態に係るOFDM通信装置は、上述した実施の形態1～実施の形態12に係るOFDM通信装置に比べて、処理遅延を低減することができる。

【0194】すなわち、実施の形態1～実施の形態12に係るOFDM通信装置においては、同期用シンボル201及び位相基準シンボル202を用いて同期引き込みが行われるので、同期誤差が存在しない場合には、位相基準シンボル202の直後に同期が確立される。ところが、同期用シンボル201又は位相基準シンボル202

は、伝送路推定を行うために用いられるので、メモリに格納しておく必要があるものである。よって、同期用シンボル201又は位相基準シンボルに対応する1シンボル又は2シンボルだけ遅延が生ずることとなる。

【0195】一方、本実施の形態に係るOFDM通信装置においては、同期用1801を用いて同期引き込みが行われるので、同期誤差が存在しない場合には、同期用シンボル1801の直後に同期が確立される。よって、実施の形態1～実施の形態12のように位相基準シンボル等をメモリに格納する必要がないので、本実施の形態に係るOFDM通信装置は、処理遅延を低減することができる。

【0196】なお、本実施の形態においては、上記同期引き込み方法を実施の形態1に係るOFDM通信装置に採用した場合について説明したが、本発明は、上記同期引き込み方法を実施の形態2～実施の形態10に採用した場合にも適用することができる。

【0197】（実施の形態14）本実施の形態においては、上述した3種類の方法とは異なる同期引き込み方法を採用する場合について説明する。図24に示したフレームにおける同期用シンボルを用いた同期引き込み方法としては、実施の形態13で説明した方法の他に、受信信号とこの受信信号を適宜遅延させた信号との相関結果の最大値を検出する方法がある。本実施の形態に係るOFDM通信装置は、この同期引き込み方法を採用する。なお、ここでは、一例として、実施の形態1に係るOFDM通信装置においてこの同期引き込み方法を採用した場合について、実施の形態13を参照しつつ、図20を用いて説明する。

【0198】図20は、本発明の実施の形態14に係るOFDM通信装置の構成を示すブロック図である。図20において、図1及び図19と同じ部分にはそれぞれ図1及び図19と同じ符号を付して、その詳細な説明は省略する。

【0199】本実施の形態においては、実施の形態13でのフレーム（図18）と同様のものを用いる。ここでは、 n の整数倍のサブキャリアのみに信号を配置した信号パターンが用いられるので、図18に示したフレームにおける同期用シンボル1801は、 $1/n$ 周期で同じ波形が繰り返されたものである。以下、一例として n を4とした場合について説明するが、本発明は、 n を適宜変更した場合にも適用可能であることはいうまでもない。

【0200】受信部において、A/D変換器107が出力した信号（受信信号）は、FFT部113と乗算器2002と遅延部2001とに送られる。遅延部2001は、受信信号を $1/n$ シンボルだけ遅延させた信号を乗算器2002に出力する。なお、ここでは、 n が4の場合について説明しているので、遅延部2001は、受信信号を $1/4$ シンボルだけ遅延させる。乗算器2002

は、A/D変換器107が出力した信号と、遅延部2001が出力した信号と、の相関をとる。すなわち、乗算器2002は、受信信号とこの受信信号を1/4シンボル遅延させた信号との相関をとる。乗算器2002による相関結果は積算部110に送られて、上述した実施の形態1と同様の処理がなされる。

【0201】本実施の形態においては、図18に示すように、信号のフレーム中において、同期用シンボル1801の後に0シンボル1802が挿入されている。したがって、数十もの遅延波が受信されてくる状況下において、信号パワの高いものが含まれている場合、受信信号とこの受信信号を1/4シンボル遅延させた信号との間で相関をとったときに、受信信号の0シンボルと同期用シンボルとの間で相関処理がなされる。この場合、0シンボルとの間で相関処理されるので、たとえ信号パワが高くても、相関結果は非常に小さいものとなる。このため、FFT処理開始タイミング付近では、しきい値を超えるピークは特定されるので、正確にFFT処理開始タイミングを検出することができる。

【0202】このように、本実施の形態のOFDM通信装置は、同期引き込み処理に用いる同期用シンボルの直後に0シンボルを挿入しているので、同期タイミング位置付近の相関出力を低減することができる。したがって、パワが高い信号が含まれていたとしても、しきい値を超える相関値を抑えることができる。その結果、正確にFFT処理開始タイミングを検出することができ、同期ずれを防止することができる。

【0203】なお、本実施の形態においては、上記同期引き込み方法を実施の形態1に係るOFDM通信装置に採用した場合について説明したが、本発明は、上記同期引き込み方法を実施の形態2～実施の形態10に採用した場合にも適用することができる。

【0204】本発明のOFDM通信装置は、無線通信システムにおける移動局装置のような通信端末装置及び基地局装置に適用することができる。

【0205】上記実施の形態1～14においては、遅延検波に用いる位相基準シンボルの直後に0シンボル（信号）や反転シンボル（信号）を挿入する場合について説明しているが、本発明は、同期検波に用いる位相基準シンボルであるパイロットシンボルの直後に0シンボル（信号）や反転シンボル（信号）を挿入する場合にも適用することができる。この場合、復調部114においては、遅延検波処理の代わりに同期検波処理がなされる。

【0206】なお、本発明は、上記実施の形態1～14に限定されず、種々変更して実施することが可能である。また、上記実施の形態1～14は、適宜組み合わせて実施することが可能である。

【0207】なお、同期引き込み方法として上記のような方法を用いた場合についてそれぞれ説明したが、本発明は、これに限定されず、受信信号を用いて相関値を算

出し、算出結果の最大値を検出する工程を採用するものであれば、いかなる同期引き込み方法を用いた場合にも適用できるものである。このとき、相関値抑制用信号を、同期引き込み処理に用いられるシンボルすなわち相関値算出処理に用いられるシンボルの直後に挿入することは言うまでもない。

【0208】

【発明の効果】以上説明したように本発明のOFDM通信装置は、遅延検波に使用する位相基準シンボル又は同期検波に使用するパイロットシンボルの後に相関値抑制用信号である0シンボル（0信号）又は反転シンボル（反転信号）を挿入するので、数十もの遅延波が受信されてくる状況下においても、正確にFFT処理開始タイミングを検出することができ、同期ずれを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1に係るOFDM通信装置の構成を示すブロック図

【図2】上記実施の形態に係るOFDM通信装置において使用する信号のフレーム図

【図3】本発明の実施の形態2に係るOFDM通信装置の構成を示すブロック図

【図4】上記実施の形態に係るOFDM通信装置において使用する信号のフレーム図

【図5】本発明の実施の形態3に係るOFDM通信装置の構成を示すブロック図

【図6】本発明の実施の形態4に係るOFDM通信装置の構成を示すブロック図

【図7】本発明の実施の形態5に係るOFDM通信装置の構成を示すブロック図

【図8】上記実施の形態に係るOFDM通信装置において使用する信号のフレーム図

【図9】本発明の実施の形態6に係るOFDM通信装置の構成を示すブロック図

【図10】上記実施の形態に係るOFDM通信装置において使用する信号のフレーム図

【図11】本発明の実施の形態7に係るOFDM通信装置の構成を示すブロック図

【図12】本発明の実施の形態8に係るOFDM通信装置の構成を示すブロック図

【図13】本発明の実施の形態9に係るOFDM通信装置の構成を示すブロック図

【図14】本発明の実施の形態10に係るOFDM通信装置の構成を示すブロック図

【図15】本発明の実施の形態11に係るOFDM通信装置の構成を示すブロック図

【図16】実施の形態11に係るOFDM通信装置における相関器の内部構成を示すブロック図

【図17】実施の形態11に係るOFDM通信装置の相関器における硬判定部の構成を示すブロック図

【図18】実施の形態13に係るOFDM通信装置において使用する信号のフレーム図

【図19】実施の形態13に係るOFDM通信装置の構成を示すブロック図

【図20】本発明の実施の形態14に係るOFDM通信装置の構成を示すブロック図

【図21】従来のOFDM通信装置の構成を示すブロック図

【図22】従来のOFDM通信装置において使用する信号のフレーム図

【図23】受信信号及び相関結果のタイミングを示す図

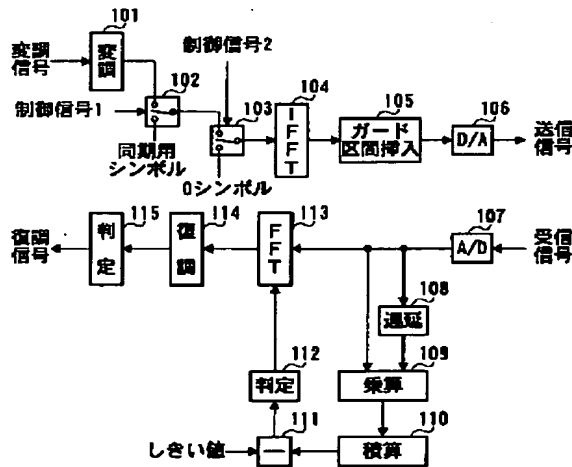
【図24】OFDM通信装置において使用する信号のフレーム図

【符号の説明】

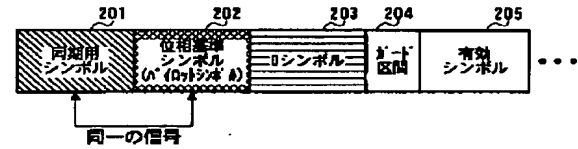
- 101 変調部
- 102 同期用シンボル挿入部
- 103 0シンボル挿入部

- 104 IFFT部
- 105 ガード区間挿入部
- 106 D/A変換部
- 107 A/D変換部
- 108 遅延部
- 109 乗算器
- 110 積算部
- 111 減算器
- 112, 115 判定部
- 113 FFT部
- 114 復調部
- 201 同期用シンボル
- 202 位相基準シンボル (N₀シンボル)
- 203 0シンボル
- 204 ガード区間
- 205 有効シンボル

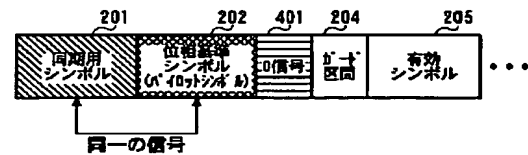
【図1】



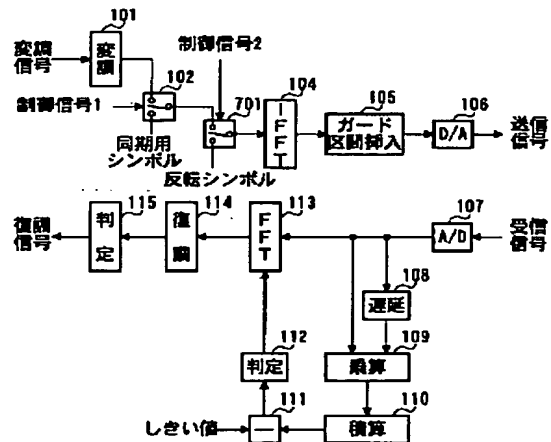
【図2】



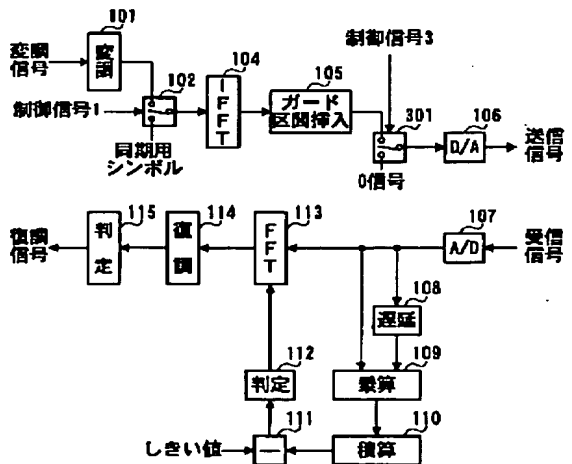
【図4】



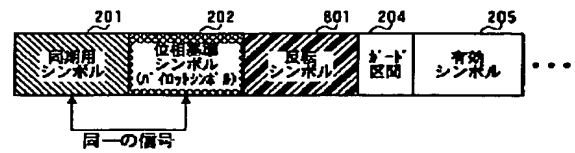
【図7】



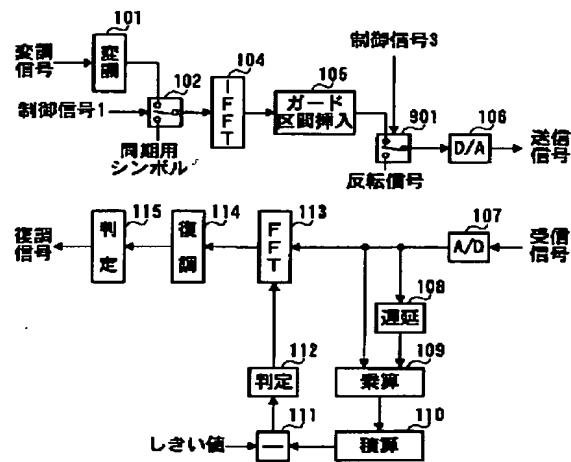
【図3】



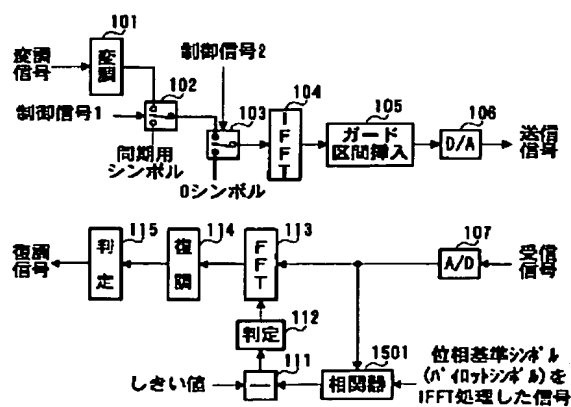
【図 8】



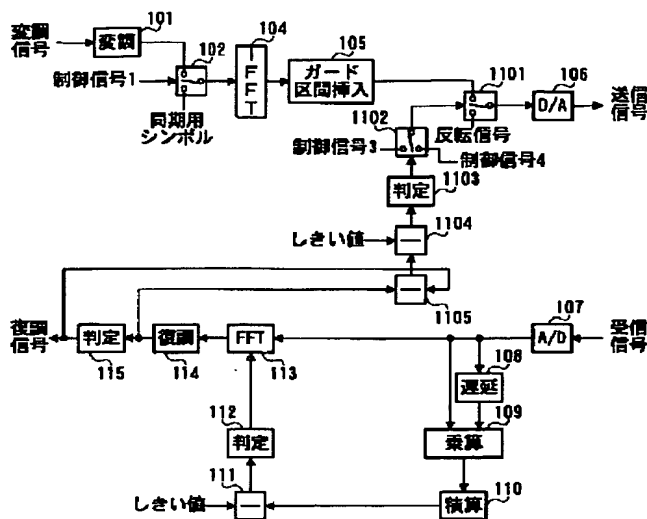
【図 9】



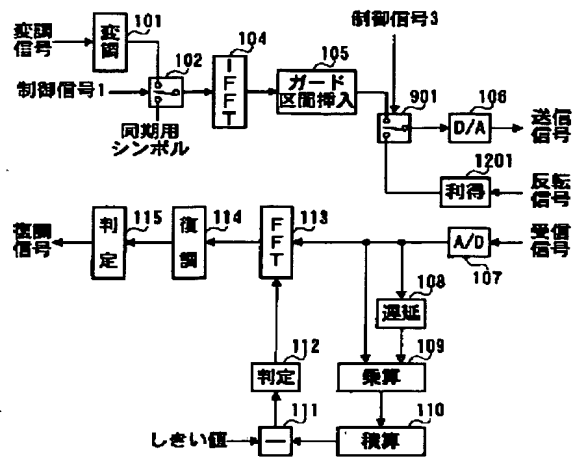
【☒ 1 0】



【図11】

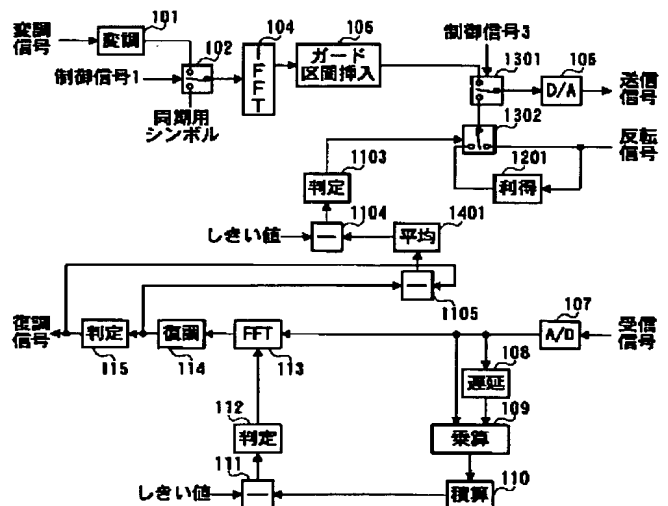
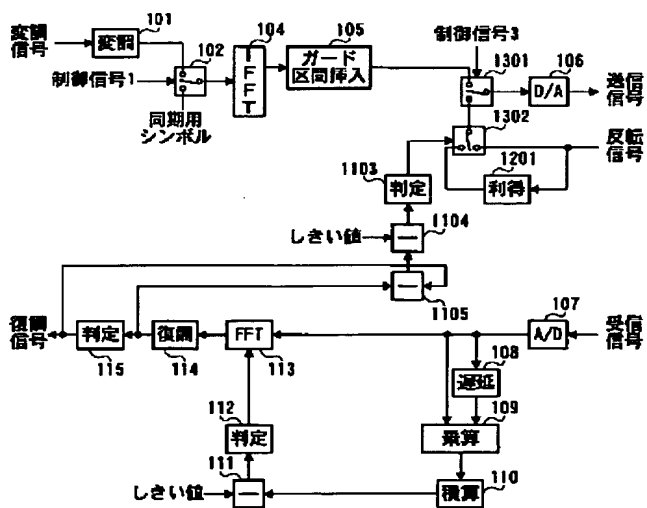


【図12】

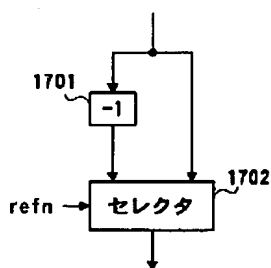


【図14】

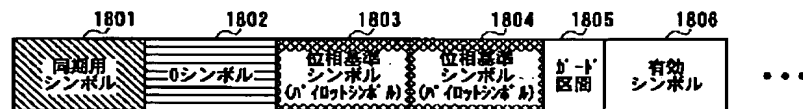
【図13】



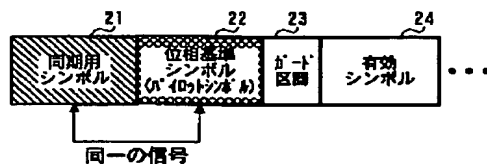
【図17】



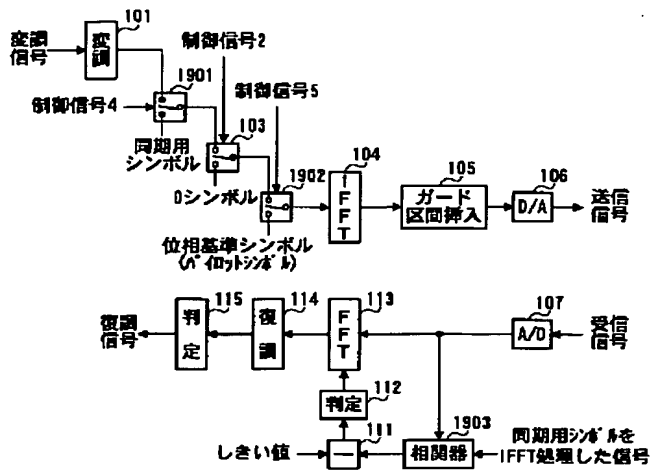
【図18】



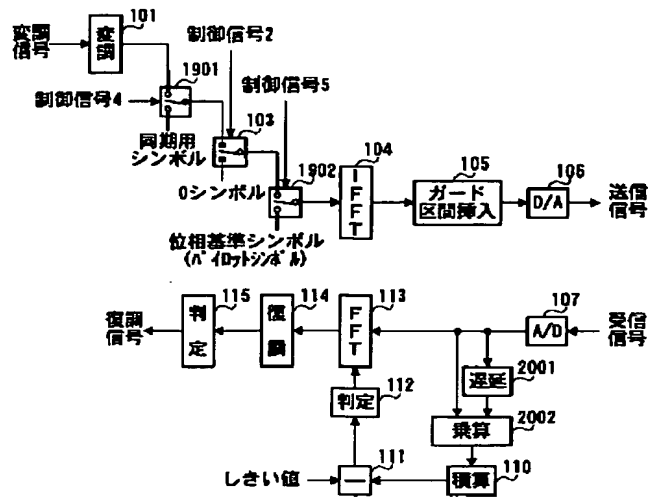
【図22】



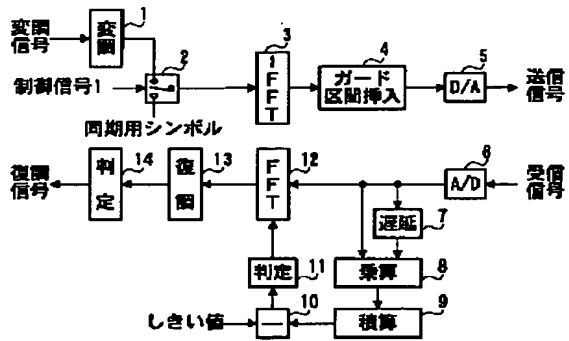
【図19】



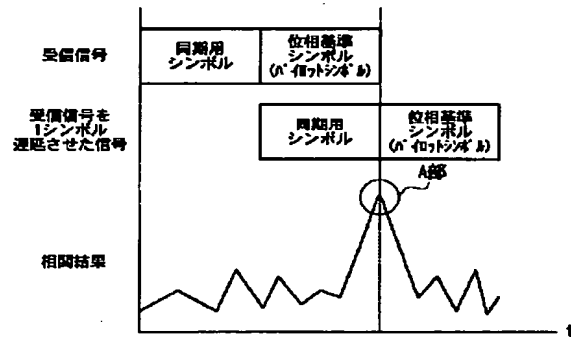
【図20】



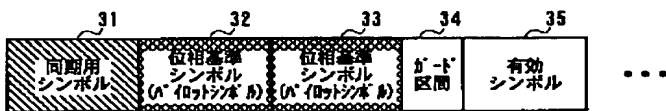
【図21】



【図23】



【図24】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.